KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETON UYGULAMALARI

SELF COMPACTING CONCRETE APPLICATIONS

İsmail Gökalp
Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İstanbul

Ahmet Ördek
Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İstanbul

Mehmet Özen
Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İstanbul

Hakan Ekim
Akçansa Çimento Sanayi ve Ticaret A.Ş.
İstanbul

Özet

Bu çalışmada, kendiliğinden yerleşen betonların taze beton özeliklerinin belirlenmesi için kullanılan deney yöntemleri incelenmiş ve kendiliğinden yerleşen betonların su geçirimsizliğinin esas olduğu projeler (temel ve perde elemanlardaki uygulamalar), yüksek katlı binalar ve donatı yoğunluğunun fazla olduğu yapı elemanları gibi endüstriyel uygulamalarda sağladığı üstünlüklerin açıklanması amaçlanmıştır.

Yeni nesil hiper akışkanlaştırıcı - su azaltıcı kimyasal katkılar kullanılarak üretilen kendiliğinden yerleşen betonların, su geçirimsizliği sağlaması yanında, yüksek akıcı kıvamıyla yoğun donatılı kesitlerden vibrasyon yapılmaksızın kolayca geçebilmesi de tercih edilmesini sağlayan önemli bir özelliğidir.

C 30/37 ve üstü dayanım sınıflarında üretimi yapılan kendiliğinden yerleşen betonların, temel uygulamalarında minimum 50 cm yayılma özelliği ile uygulama kolaylığı ve maliyet üstünlüğü sağlanmaktadır. Düşey yapı elemanlarında ise minimum 65 cm yayılma özelliği ve arttırılmış ince agrega yüzdesiyle, sık donatıların arasından kolayca geçerek vibratör kullanımına gerek kalmadan uygulama kolaylığı sağlayan tasarımlar yapılarak özel çözümler sağlanmaktadır.

Yapılan çalışmada, kendiliğinden yerleşen betonların kullanıldığı örnek proje uygulamaları gösterilerek, ürün özelikleri ve sunulan özel çözümler açıklanmaktadır.

Abstract

In this study, the test methods used in determining fresh concrete properties of self compacting concrete (SCC) were investigated. The aim of the study is to explain the differences of using self compacting concrete in industrial applications such as foundations and walls (water-tightness), high rise buildings and highly reinforced structural members.

Self compacting concretes which are produced with the new generation hyper plasticizers not only increase the water-tightness but also with the high flowability properties it pass trough the highly reinforced sections easiliy without using vibrator.

Self compacting concretes used in industrial applications, are produced in C30/37 and higher compressive strength classes. Using self compacting concrete with a minimum slump-flow value of 50 cm in foundation applications will provide ease of implementation and cost advantage. And also, using self compacting concrete with a increased fine aggregate percentage and with a minimum slump-flow value of 65 cm in vertical structural members will provide ease of implementation without using vibrator in highly reinforced sections.

In this study, the projects which have been used self-compacting concrete are shown, product properties and project-specific solutions are explained.

1. GİRİŞ

Kendiliğinden yerleşen beton (KYB), kendi ağırlığı altında hiçbir dış etki uygulanmadan (vibrasyon, sarsma vb.) istenilen yere kolayca yerleşebilen ve homojen bir şekilde yayılan özel bir betondur. KYB akıcı kıvamı ve ayrışmaya karşı yüksek direnciyle sık donatılı ve dar kesitli yapı elemanlarında kolayca yerleşme özelliği sayesinde, şantiyelerde işlenebilirlikten doğan işçilik kusurlarını da en aza indirmektedir [1,2].

Beton üretimi sırasında, akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanılmadan önce betonun işlenebilirliği yüksek su/çimento oranı ile sağlanmaya çalışılmış, bu durum betonun kalitesini olumsuz etkilemiştir. Günümüz beton teknolojisinde akışkanlaştırıcı kimyasal katkı kullanımı işlenebilirlik açısından sağladığı kolaylıklarla bir zorunluluk haline gelmiştir.

1970'li yıllarda süper akışkanlaştırıcı kimyasal katkılar kullanılarak düşük su/çimento oranında betonun işlenebilirliğini arttıran tasarımlar yapılmıştır. 1986 yılında Tokyo Üniversitesi'nde Prof. Dr. Hajime Okamura tarafından kendiliğinden yayılabilen ve sıkışan beton üzerinde araştırmalar yapılmaya başlanmış ve böylece KYB tasarıma yönelik ilk adımlar Japonya'da atılmıştır. KYB 1990'lı yıllarda Avrupa'da da kullanılmaya başlanmıştır [3].

Kendiliğinden yerleşen betonlar, yüksek işlenebilirlik özeliklerinin yanı sıra, betonun geçirimsizliği bakımından da oldukça üstün özeliklere sahiptir. Betonun su geçirimliliği, boşluk miktarı ve yapısı ile doğrudan bağlantılıdır. Dış ortama açık, boşluk oranı yüksek olan betonda suyun, dolayısıyla suda çözülen zararlı kimyasalların beton

bünyesine girmesi oldukça kolaylaşır ve betonun dayanıklılığı olumsuz yönde etkilenir [4]. Boşlukların miktarı, çap ve şekilleri betonun su/çimento oranına, hidrasyon derecesine, maksimum agrega boyutuna, çimento cinsine ve inceliğe bağlıdır [5].

Kendiliğinden yerleşen betonun kullanımını arttırmak amacıyla 2005 yılında, Uluslararası Prefabrike Beton Üreticileri Birliği (BIBM), Avrupa Çimento Birliği (CEMBUREU), Avrupa Hazır Beton Birliği (ERMCO), Avrupa Beton Katkı Üreticileri Federasyonu (EFCA) ve Özel Yapı Kimyasalları ve Beton Sistemleri Avrupa Federasyonu (EFNARC) birleşerek ortak bir şartname hazırlamışlardır [3,6].

2. KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETONUN TANIMI VE ÖZELİKLERİ

2.1 Tanım

KYB, yoğun donatılı ve dar kesitli elemanlar içerisine kendi ağırlığı altında akabilen ve sıkışabilen, homojenliğini koruyarak herhangi bir ilave sıkıştırmaya gerek olmaksızın kalıbı tamamıyla dolduran özel bir betondur. Kendiliğinden yerleşen betonlar, boşluksuz bir şekilde kalıbı doldurma özelliği sayesinde dayanım ve dayanıklılığı geleneksel betonlara oranla daha yüksek olabilmektedir [7]. Kendiliğinden yerleşen betonların avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Düşük su/bağlayıcı oranı sayesinde betonun dayanım ve dayanıklılığı artar.
- Vibratör kullanımını gerektirmez. (gürültü seviyesinde azalma, kalıp ömrünün uzaması)
- Kolay pompalanır.
- Sık donatılı ve dar kesitli kalıplarda kolayca yerleşebilir.
- Yüksek kalitede düzgün yüzeyler elde edilir
- Endüstriyel uygulamalarda zamandan ve işçilik maliyetinden tasarruf sağlar.
- Özellikle güçlendirme projelerinde tek noktadan döküm yapılarak kendiliğinden yerleşir ve seviyelenir.

2.2 Kendiliğinden Yerleşen Betonun Özelikleri

KYB'nin taze haldeki doldurma yeteneği ve kararlığı (stabilitesi) dört temel özelik ile tanımlanır. Taze haldeki KYB'nin doldurma yeteneği, viskozite / akıcılık özeliği, geçme yeteneği ve ayrışmaya karşı direnç gibi özelikileri sağlaması gerekmektedir [8]. KYB'nin taze beton özelikleri TS EN 12350 serisinde yer alan test metodları ile belirlenmektedir. Her bir özelik bir ya da daha fazla test metoduyla belirlenebilir. KYB için uygun test metodları ve kabul edilebilir limit değerleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. KYB'ler için test metodları ve kabul edilebilir limit değerler [7]

Özelikler	Deney Adı	Birim	Sınıflandırma	Değer Aralığı
Akıcılık/ Doldurma Yeteneği	Çökme Yayılma	mm	SF1	550-650
			SF2	660-750
			SF3	760-850
Viskozite / Akıcılık	T_{500} süresi	sn	VS1	≤2
			VS2	>2
	V hunisi	sn	VF1	≤8
			VF2	9 - 25
Geçme Yeteneği	L kutusu	mm/mm	PA1	≥0,80 (2 donatı çubuklu)
			PA2	≥0,80 (3 donatı çubuklu)
	U Kutusu	mm	-	-

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Tasarım Kriterleri

Tasarıma yönelik aşağıdaki tabloda verilen değerler öneri nitelikli olup oranlar kesinlikle kısıtlayıcı değildir [4]. KYB'ler için yaklaşık tasarım kriterleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. KYB'ler için yaklaşık tasarım kriterleri [7]

Bileşen	Kütlece Tipik Aralık (kg/m^3)	Hacimce Tipik Aralık(lt/m^3)
Toz	380-600	
Hamur		300-380
Su	150-210	150-210
İri Agrega	750-1000	270-360
İnce agrega	Bu miktar diğer bileşenlerin hacmini dengeler, tipik olarak toplam agrega ağırlığının %48-%55'idir	
Hacimce su/toz		0,85-1,10

Tablo 3. Deneme beton karışımları ve kodlamaları DENEME BETON KARIŞIMLARI

Deneme No	Ürün Kodu	Bağlayıcı (kg/m^3)			Kimyasal Katkı (kg/m^3)	Agrega (kg/m^3)				Su (kg/m^3)	s/ç	Birim Ağırlık (kg/m^3)
		CEM I 42,5	CEM II 32,5	*Top.*		Kum	T.Tozu	1 No	2 No			
1	KYB1	200	150	350	1.6%	26%	22%	40%	12%	158	0,45	2401
					5,6	476	420	763	229			
2	KYB2	200	175	375	1.6%	28%	24%	40%	8%	158	0,42	2402
					6,0	506	452	754	151			
3	KYB3	250	150	400	1.75%	36%	19%	45%	0%	160	0,40	2395
					7,0	641	352	835	0			
4	KYB4	300	150	450	1.8%	36%	19%	45%	0%	162	0,36	2397
					8,1	623	343	812	0			

Yapılan deneysel çalışmalar kapsamında, dört farklı tasarıma sahip kendiliğinden yerleşen beton üretilmiş ve bu betonların taze beton özelikleri; çökme-akma, V hunisi, L kutusu ve U kutusu deneyleri ile belirlenmiştir.

Deneysel çalışmalar için üretilen beton karışımları ve bu karışımlara ait kodlamalar Tablo 3'de gösterilmiştir. Üretimler ve deneyler, Büyükçekmece'de bulunan Teknoloji Merkezi Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

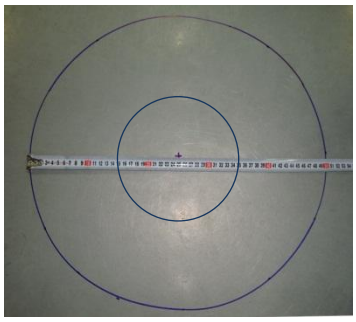
3.2 Çökme- Akma Deneyi

Çökme-akma değeri ve T_{500} süresi kendiliğiden yerleşen betonun akıcılığını ve akış hızını, hiçbir engel olmadığı durumlarda test etme yöntemidir.

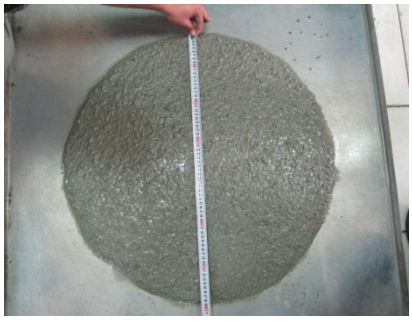
Çökme-akma değeri, KYB'nin boşluklara dolabilme ve yerleşebilme yeteneğinin bir göstergesidir [9]. Çökme hunisi yukarı kaldırıldığında, kendi ağırlığıyla yayılan betonun en büyük çapı ve bu çapa dik olarak ölçülen diğer çap ölçülür ve ölçülen yayılma çaplarının aritmetik ortalaması deney sonucu olarak kaydedilir.

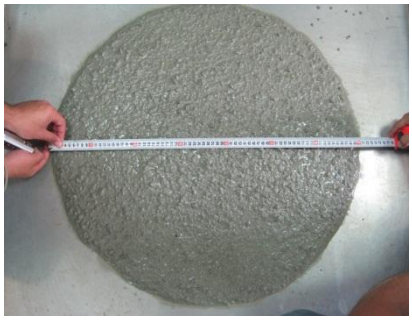
T_{500} süresi, KYB'nin akış hızının dolayısıyla da viskozitesinin (akmaya karşı direncinin) göstergesidir. T_{500} süresi, çökme hunisi yukarı kaldırıldığı andan, kendi ağırlığıyla yayılan betonun yayılma tablası üzerine önceden çizilmiş 500 mm çapındaki çembere herhangi bir noktada temas ettiği ana kadar geçen süredir. Çökme akma deneyi ve T_{500} yayılma tablası deneyleri Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Şekil 1. Çökme-Akma deneyi



Şekil 2. T_{500} yayılma tablası





Şekil 3. Çökme-Akma deneyi ölçümleri

3.3 V Hunisi Deneyi

Betonun doldurma kabiliyetini ve ayrışmaya karşı direncini test etme yöntemidir. Betonun huni içerisine yerleştirilmesinin ardından en altta bulunan sürgülü kapağın

açılması ile huni üzerinden bakıldığında, ilk olarak alttaki kap görünene kadar geçen süre V hunisi akma süresi olarak kaydedilir. V hunisi akma deneyi Şekil 4'de gösterilmiştir.

Şekil 4. V hunisi deneyi

3.4 L Kutusu Deneyi

L kutusu deneyi, betonun kendi ağırlığı altında donatı çubukları arasından geçebilme kabiliyetini ölçebilmek için kullanılan bir test yöntemidir. Betonun L kutusu içerisine yerleştirilmesinin ardından bölmeler arasındaki kapak açılır ve atmosferik basınç altında kendi ağırlığıyla donatı çubukları arasından geçen ve akışı tamamlanan betonun, L kutusunun yatay kısmının başındaki (h_1) ve sonundaki (h_2) yükseklikleri ölçülür. Bu yüksekliklerin birbirlerine oranlanmasıyla (h_2/h_1) geçme oranı hesaplanır. L kutusu deneyi Şekil 5'de gösterilmiştir.

Şekil 5. L kutusu deneyi

3.5 U Kutusu Deneyi

U kutusu deneyi, betonun kendi ağırlığı altında donatı çubukları arasından geçebilme kabiliyetini ölçebilmek için kullanılan bir başka test yöntemidir. Betonun, U kutusunun bir gözüne yerleştirilmesinin ardından, bölmeler arasındaki kapak açılır ve beton atmosferik basınç altında kendi ağırlığıyla donatı çubukları arasından diğer göze geçmeye çalışır. Akışı tamamlanan betonun her iki gözdeki yükseklikleri ölçülür ve arasındaki fark (h_2-h_1) hesaplanır. U kutusu deneyi Şekil 6'da gösterilmiştir.

Şekil 6. U kutusu deneyi

3.6 Deney Sonuçları

Bölüm 3.1'de tasarım kriterleri ve bileşimleri verilen KYB üretimleri, kullanılacağı yapı elemanlarına ve istenilen özeliklere göre farklı tasarımlarda gerçekleştirilmiştir. KYB'ler için yapılan taze ve sertleşmiş beton deney sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, 2 nolu deney tasarımının temellerde, 3 nolu deney tasarımının kolon ve perde elemanlarda, 4 nolu deney tasarımının ise yüksek katlı binalarda kullanımının uygun olacağı öngörülmüş ve yapılan örnek endüstriyel uygulamalar 4. bölümde gösterilmiştir.

Tablo 4. KYB'ler için yapılan taze ve sertleşmiş beton deney sonuçları

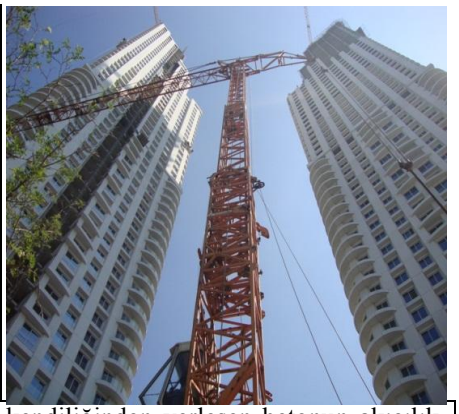
Deneme No	Beton Sınıfı	DENEY SONUÇLARI							
		Çökme yayılma (cm)	T_{500} (sn)	V Hunisi (sn)	L Kutusu (G.O.) (h_2/h_1)	U Kutusu (h_1-h_2) (cm)	Basınç Dayanımı (N/mm^2)		
							3 gün	7 gün	28 gün
1	KYB1	65 / SF1	6,6 / VS2	45,0	-	-	-	-	-
2	KYB2	65 /SF1	4,0 / VS2	56,0	0,45	-	35,5	48,4	65,9
3	KYB3	72 / SF2	2,2 / VS2	8,5 / VF2	0,81 / PA2	21,3	40,3	47,3	65,1
4	KYB4	70 / SF2	4,5 / VS2	10,2 / VF2	0,84 / PA2	2,0	49,1	55,2	73,2

4. ÖRNEK UYGULAMALAR

4.1 Yüksek Katlı Yapılarda KYB Kullanımı

KYB'lerin yüksek katlı yapılarda kullanımı ile ilgili endüstriyel uygulamalar Şekil 7, Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

Yer	Şişli / İstanbul
Toplam Hacim	120.000 m^3
Beton Sınıfı	C 40/50 KYB
Bina Yüksekliği	210 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 310 kg/ m^3 Ö.Y.F.Cürufu: 110 kg/ m^3 S/B: 0,32 K. Katkı : % 1,8
Taze Beton Yayılma Deneyi	10.dk: 700 mm 60.dk: 650 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 56 MPa 56.Gün: 63 MPa



Açıklama: Projede sabit pompa ile yapılan dökümlerde, kendiliğinden yerleşen betonun akıcılık özelliği sayesinde, beton yüksek katlara pompalanabilmiştir.

Şekil 7. Yüksek katlı yapılarda KYB uygulaması-1

Yer	Ataşehir / İstanbul
Toplam Hacim	250.000 m^3
Beton Sınıfı	C 60/75 KYB
Bileşim	CEM I 42,5 R: 300 kg/ m^3 Ö.Y.F.Cürufu: 150 kg/ m^3 S/B : 0,32 K. Katkı: % 1,9
Taze Beton Yayılma Deneyi	10. dk: 700 mm 60. dk: 660 mm
Basınç Dayanımı Silindir Numune	28.Gün: 65 Mpa 56.Gün: 72 MPa

Açıklama: Sabit pompa ile beton dökümü gerçekleştirilen şantiyede, KYB'nin akıcılık ve ayrışmaya karşı yüksek direnç gösterme özelliğinden faydalanılmıştır.

Şekil 8. Yüksek katlı yapılarda KYB uygulaması-2

Yer	Beylikdüzü / İstanbul
Toplam Hacim	50.000 m^3
Beton Sınıfı	C 50/60 KYB
Bina Yüksekliği	120 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 320 kg/ m^3 Ö.Y.F.Cürufu: 100 kg/ m^3 S/B : 0,35 K. Katkı : % 1,7
Taze Beton Deneyi	10. dk: 700 mm 60. dk: 650 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 65 Mpa

Açıklama: Kolay işlenebilirliği, pompalanabilirliği ve düşük boşluklu yapıya sahip olmasından dolayı projenin tamamında KYB kullanılmıştır.

Şekil 9. Yüksek katlı yapılarda KYB uygulaması-3

4.2 Su Geçirimsizliğinin Esas Olduğu Yoğun Donatılı Temellerde KYB Kullanımı

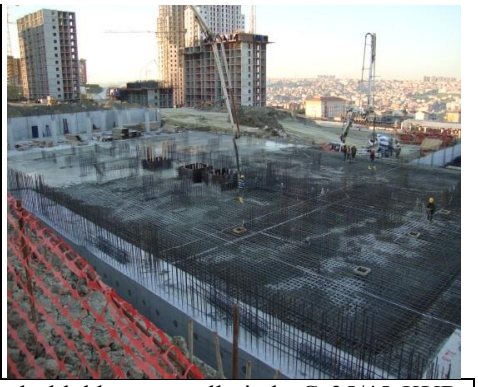
KYB'lerin, su geçirimsizliğinin istendiği yoğun donatılı temellerde kullanımı ile ilgili endüstriyel uygulamalar Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12'de verilmiştir.

Yer	Esenyurt / İstanbul
Toplam Hacim	5.000 m^3
Beton Sınıfı	C 35/45 KYB
Temel Yüksekliği	1,80 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 400 kg/ m^3 S/Ç : 0,40 K. Katkı : % 1,6
Taze Beton Deneyi	15. dk: 650 mm 60. dk: 600 mm
Basınç Dayanımı	28. Gün: 52 Mpa

Açıklama: Donatı çaplarının büyük ve donatıların yoğun olması sebebiyle vibrasyon uygulaması yapılamayacağı için projede KYB tercih edilmiştir.

Şekil 10. Yoğun donatılı temellerde KYB uygulaması-1

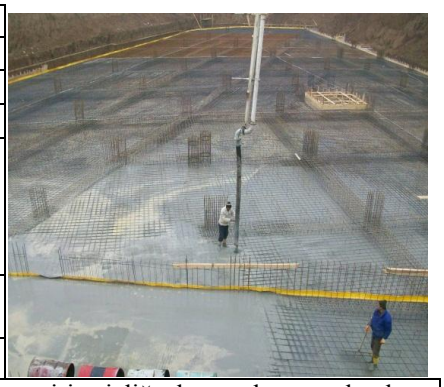
Yer	Beylikdüzü / İstanbul
Toplam Hacim	100.000 m^3
Beton Sınıfı	C 35/45 KYB
Temel Yüksekliği	1,50 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 375 kg/ m^3 S/Ç : 0,40 K. Katkı: % 1,6
Taze Beton Deneyi	10.dk: 650 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 50 MPa



Açıklama: 4 etaptan oluşan ve 2 etabı tamamlanan projede blokların temellerinde C 35/45 KYB kullanılmıştır. Hacimleri 2.500 - 3.000 m^3 arasında değişen temellerde KYB kullanımıyla birlikte dökümler daha hızlı gerçekleşmiş ve zamandan tasarruf sağlanmıştır.

Şekil 11. Yoğun donatılı temellerde KYB uygulaması-2

Yer	Edremit / Balıkesir
Toplam Hacim	3.000 m^3
Beton Sınıfı	C 30/37 KYB
Temel Yüksekliği	0,80 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 300 kg/ m^3 Uçucu Kül : 100 kg/ m^3 S/B : 0.42 K. Katkı : % 1.6
Taze Beton Deneyi	15. dk: 650 mm 60. dk: 600 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 44 MPa



Açıklama: Alışveriş merkezinin temel dökümlerinde su geçirimsizliğe karşı alınan önlemlere yardımcı olması ve hızlı bir döküm gerçekleştirilmesi için C 30/37 KYB tercih edilmiştir.

Şekil 12. Yoğun donatılı temellerde KYB uygulaması-3

4.3 Düzgün ve Boşluksuz Kolon ve Perde Dökümlerinde KYB Kullanımı

KYB'lerin kolon ve perdelerde kullanımı ile ilgili endüstriyel uygulamalar Şekil 13, Şekil 14 ve Şekil 15'de verilmiştir.

Yer	Beylikdüzü / İstanbul
Beton Sınıfı	C 35/45 KYB
Perde Yüksekliği	3,50 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 400 kg/ m^3 S/Ç : 0,40 K. Katkı : % 1,8
Taze Beton Deneyi	15.dk: 750 mm 45.dk: 720 mm
Basınç Dayanımı	28. Gün: 51 MPa

Açıklama: Zemin katları otopark olarak kullanılacak olan konutların, zemin kat kolon ve perde dökümleri C 35/45 KYB olarak dökülmüştür. Bu sayede boşluksuz ve düzgün bir yüzey elde edilmiş olup, kolon ve perdelerin yüzeyine sıva uygulaması yapmaya gerek kalmamış ve sıva için ek maliyet oluşmamıştır.

Şekil 13. Perde elemanlarda KYB uygulaması-1

Yer	Şişli / İstanbul
Beton Sınıfı	C 40/50 KYB
Kolon Yüksekliği	3,50 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 300 kg/ m^3 Ö.Y.F.Cürufu: 100 kg/ m^3 S/B: 0,35 K. Katkı : % 1,8
Taze Beton Deneyi	10.dk: 720 mm 45.dk: 680 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 53 Mpa 56.Gün: 62 Mpa

Açıklama: Zemin katları otopark olarak kullanılacak olan konutların zemin kat perde dökümleri C 35/45, kolonları ise C 40/50 KYB olarak dökülmüştür. Bu sayede boşluksuz ve düzgün bir yüzey elde edilmiş olup, kolon ve perdelerin yüzeyine sıva uygulaması yapmaya gerek kalmamış ve sıva için ek maliyet oluşmamıştır.

Şekil 14. Perde ve kolon elemanlarda KYB uygulaması-2

Yer	Seferihisar / İzmir
Beton Sınıfı	C 40/50 KYB
Yükseklik	3,50 m
Bileşim	CEM I 42,5 R: 420 kg/ m^3 S/Ç: 0,36 K. Katkı : % 1,8
Taze Beton Deneyi	10.dk: 750 mm 30.dk: 720 mm
Basınç Dayanımı	28.Gün: 57 MPa

Açıklama: Prefabrik olarak dökümü yapılan hazır trafo binalarının dökümünde C 40/50 KYB kullanılmıştır. Trafo binalarının boyutlarına göre dökülen beton miktarları 6,5 m^3 - 10 m^3 arasında değişmektedir. Trafo binalarının kesit kalınlığı 8 cm olup içerisinde donatı da bulunması sebebiyle dökümlerde KYB tercih edilmektedir.

Şekil 15. KYB ile dökülmüş prefabrik yapı malzemesi

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

- Bu çalışmada KYB'ler için yapılan taze beton deney sonuçlarına göre, 2 nolu deney tasarımının temellerde, 3 nolu deney tasarımının kolon ve perde elemanlarda, 4 nolu deney tasarımının ise yüksek katlı binalarda kullanımının uygun olacağı öngörülmüştür.
- KYB'lerin üstün akıcılık özelliği ile hızlı ve rahat pompalanabilmesi, vibrasyon uygulanmasının mümkün olmadığı durumlar ile dar ve sık donatılı kesitlerde uygulanabilmesi ve özellikle temellerde su geçirimsizliğe yardımcı olması, inşaat teknolojisi açısından çok büyük bir kolaylıktır.
- KYB ile yapılan endüstriyel uygulamalardan elde edilen deneyimlerle, geleneksel betonlar yerine KYB'ler ile dökülen projelerde, yapı elemanlarında boşluksuz ve düzgün yüzeyler elde edilebildiği, işçilik kusurlarının en aza indirildiği, ek sıva maliyetinin oluşmadığı ve zamandan tasarruf sağlandığı belirlenmiştir.
- KYB kullanımının taze ve sertleşmiş beton özelikleri bakımından sağladığı tüm üstünlükler düşünüldüğünde, ileride bir çok yapı çeşidinde ve bir yapının bütün elemanlarında daha yaygın olarak KYB kullanımının gerçekleşeceği öngörülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Özkul, M. H., " Beton Teknolojisinde Bir Devrim: Kendiliğinden Yerleşen-Sıkışan Beton", THBB Hazır Beton Dergisi, Sayı 52, sf.64-71, 2002

2. "Kendiliğinden Yerleşen Betonlar", THBB Hazır Beton Dergisi, sf.74, Mart-Nisan 2006

3. Okamura, H.,Ouchi, M., "Self Compacting Concrete Development, Present and Future", proceeding of 1st International Rilem Symposium on Self Compacting Concrete, Sweden, 1999.

4. Atahan, N.H., 2002. "Düşük Su/Çimento Oranlı Betonlarda Özelliklerin Çimento Hamurun Boşluk Yapısına Duyarlılığı", *Doktora Tezi*, İ.T.Ü.

5. D.S.İ., 1993. Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, Sulama Kanallarında Sülfat Problemleri ve Çözüm Önerileri, Ankara.

6. Topçu, İ. B., Bilir, T., Baylavlı, H., " Kendiliğinden Yerleşen Betonun Özellikleri", Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, C. XXI , sf.1, 2008

7. "Kendiliğinden Yerleşen Beton Kılavuzu", THBB, Nisan 2007

8. Gürdal, H., Yüceer, Z., "Türkiye'de ve Dünya'da Kendiliğinden Yerleşen Beton Uygulamaları", Hazır Beton Kongresi, 2004 İstanbul, Bildiriler Kitabı, sf. 266-276

9. Sağlam, A.R., Özkul, M.H., "Kendiliğinden yerleşen betonların reolojik özelliklerine bilişim parametrelerinin etkisi", İTÜ Dergisi/d, Cilt:5, Sayı:1b, sf: 239-250, Şubat 2006